

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1995/96

Oktober-November 1995

EEE 334 - Antena dan Perambatan

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON :

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 10 muka surat bercetak dan **ENAM** **(6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab mana-mana **LIMA (5)** soalan.

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$= \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \text{ F/m}$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

Agihan markah bagi soalan diberikan di sut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. (a) Satu stesyen penyiaran MF mempunyai antena pemancar dengan ketinggian 150m. Antena tersebut membawa arus 8A dan memancar pada 1.2 MHz. Berapakah nilai voltan yang diterima oleh antena penerima 40 km jauh dengan ketinggian 2m?

A MF broadcasting station has a transmitting antenna of height 150m. The antenna carries a current of 8A and transmits at 1.2 MHz. What voltage is received by a receiving antenna 40 km away with a height of 2m?

(25%)

- (b) Terangkan perambatan gelombang bumi. Apakah sudut condong? Bagaimanakah ia mempengaruhi kekuatan medan pada suatu jarak daripada pemancar? Terangkan.

Describe ground wave propagation. What is the angle of tilt? How does it affect field strength at a distance from the transmitter? Explain.

(50%)

- (c) Satu rangkaian gelombang mikro terdiri daripada pengulang-pengulang pada jeda 40 km. Apakah ketinggian minimum antena-antena pemancar dan penerima dari aras bumi? Antena-antena tersebut mempunyai ketinggian yang sama bagi memastikan keadaan-keadaan garis pandang.

A microwave link consists of repeaters at 40 km intervals. What must be the minimum height of transmitting and receiving antennas above ground level? It is given that the antennas are of the same height to ensure line-of-sight conditions.

(25%)

...3/-

2. (a) Bagi mendapatkan ketumpatan kuasa 1 mW/m^2 dalam satu arah yang diberi berjarak 2 km, satu antenna memancar sejumlah 180 watt. Antena isotropik pula harus memancarkan 2400 watt untuk menghasilkan ketumpatan kuasa yang sama pada jarak tersebut. Apakah gandaan arahan dalam decibel bagi antenna praktik tersebut.

To produce a power density of 1 mW/m^2 in a given direction, at a distance of 2 km, an antenna radiates a total of 180 watts. An isotropic antenna would have to radiate 2400 watts to produce the same power density at that distance. What, in decibels, is the directive gain of the practical antenna?

(25%)

- (b) Satu pemantul paraboloid bergaris pusat 64m yang disuap oleh satu antenna tak berarah, digunakan pada frekuensi 1430 MHz. Kirakan lebar alur di antara titik-titik setengah kuasa dan antara titik-titik sifar, serta gandaan kuasa merujuk kepada dwikutub setengah gelombang, dengan menganggap pencahayaan sekata.

64-m-diameter paraboloid reflector, fed by a nondirectional antenna, is used at 1430 MHz. Calculate its beam width between halfpower points and between nulls and the power gain with respect to a half-wave dipole, assuming even illumination.

(25%)

- (c) Buktikan bahawa bagi satu tatasusunan n setengah gelombang panjang, arus relatif dalam elemen ke r daripada satu hujung diberikan oleh

$$\frac{n!}{r!(n-r)!}$$

di mana $r = 0, 1, 2, 3, \dots$

bagi menghasilkan corak sinaran dengan tiada lob sisi.

...4/-

Prove that for an array of n half-wave lengths long the relative current in the r th element from one end is given by

$$\frac{n!}{r! (n - r)!}$$

where $r = 0, 1, 2, 3, \dots$

for producing radiation pattern with no sidelobe.

(50%)

3. (a) Satu isyarat 10 GHz merambat di dalam satu pandu gelombang bersatah selari yang pemisahan dindingnya ialah 7.5 cm. Berapakah bilangan terbanyak separuh gelombang bagi keamatan medan elektrik yang mungkin wujud di antara kedua dinding. Kirakan juga panjang gelombang pandu gelombang tersebut bagi mod tertinggi yang merambat pada frekuensi 10 GHz.

A 10-GHz signal is to propagate in a parallel-plane-waveguide whose wall separation is 7.5 cm. What is the largest number of half-waves of electric-field intensity which it will be possible to establish between the two walls. Also calculate the guide wavelength for the highest mode that propagates at the given frequency of 10-GHz.

(40%)

...5/-

- (b) Medan-medan elektrik dan magnetik di dalam pandu gelombang bersatah selari bagi gelombang-gelombang TE diberikan oleh

The electric and magnetic fields in a parallel plane wave guide for TE-waves are given by

$$E_y = c_1 \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right)e^{-\gamma z}$$

$$H_x = \frac{c_2}{\omega} \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right)e^{-\gamma z}$$

$$H_z = \frac{c_3}{\omega} \cos\left(\frac{m\pi}{a}x\right)e^{-\gamma z}$$

dan bagi gelombang-gelombang TM diberikan oleh

and those for TM-waves are given by

$$H_y = c_5 \cos\left(\frac{m\pi}{a}x\right)e^{-\gamma z}$$

$$E_x = \frac{c_6}{10} \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right)e^{-\gamma z}$$

$$H_z = \frac{c_4}{10} \cos\left(\frac{m\pi}{a}x\right)e^{-\gamma z}$$

di mana $\bar{\gamma} = \sqrt{h^2 - \omega^2 \mu \epsilon}$

where $\bar{\gamma} = \sqrt{h^2 - \omega^2 \mu \epsilon}$

dan apabila $m = 1, 2, 3, \dots$; a = jarak di antara kedua permukaan pengalir.

and $m = 1, 2, 3, \dots$; a = separation between conducting planes.

dan h mempunyai maknanya yang biasa.

and h has its usual meaning.

...6/-

Paksi x bersudut tepat dengan permukaan.

The x-axis is perpendicular to the plane.

- (i) **Beri penerangan untuk membenarkan kenyataan bahawa bagi setiap komponen medan di atas, satah x-y adalah satah sefasa.**

Explain to justify that for each of the above field components, x-y plane is an equiphase plane.

(20%)

- (ii) **Tunjukkan bahawa perambatan tidak akan berlaku pada frekuensi di bawah f_c di mana**

Justify that no propagation takes place at frequencies below f_c where

$$f_c = \frac{m}{2a\sqrt{\mu\epsilon}}$$

(20%)

- (iii) **Terbitkan ungkapan untuk menunjukkan bahawa apabila frekuensi menjadi cukup tinggi supaya $\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2$ boleh diabaikan jika dibandingkan dengan $(\omega^2\mu\epsilon)$, halaju dalam pandu gelombang menghampiri had bawah**

$$v_0 = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$$

Derive expression for phase velocity in the parallel plane wave guide and show that when frequency becomes high the velocity in wave guide approaches its lower limit equal to free space velocity.

(20%)

...7/-

4. (a) Satu isyarat 12 GHz dikehendaki merambat di dalam satu pandu gelombang segiempat tepat dan menghasilkan galangan ciri pandu gelombang z_0 bersamaan 450Ω .

It is required to propagate a 12-GHz signal in a rectangular waveguide in such a manner that the characteristic impedance z_0 of the waveguide is 450Ω

- (i) Jika mod $TE_{1,0}$ digunakan, apakah dimensi keratan rentas pandu gelombang 'a'.

$TE_{1,0}$ mode is used, what must be the corresponding cross-sectional waveguide dimension 'a'.

(25%)

- (ii) Jika pandu gelombang tersebut adalah 30 cm panjang, berapakah bilangan panjang gelombang bagi isyarat yang merambat melaluinya.

If the guide is 30 cm long, how many wavelengths does that represent for the signal propagating in it?

(25%)

- (iii) Berapa lamakah yang diambil oleh isyarat tersebut untuk bergerak daripada satu hujung pandu gelombang ke satu hujung yang lain?

How long the signal takes to travel from one end of the waveguide to the other?

(25%)

...8/-

- (b) Buktikan bahawa gelombang TEM tidak boleh merambat di dalam pandu gelombang satu pengalir (geronggang).

Prove that a TEM-wave cannot propagate in a single conductor (hollow) waveguide.

(25%)

5. (a) Satu pandu gelombang bulat mempunyai garispusat dalaman 5 cm. Kirakan frekuensi potong bagi mod-mod yang berikut,

A circular waveguide has an internal diameter of 5 cm. Calculate the cut-off frequencies in it for the following modes.

- (i) TE_{11}
- (ii) TM_{01}
- (iii) TE_{01}

Gunakan nilai-nilai (kr) yang diberikan dalam Jadual 1.

Use the values of (kr) provided in Table 1.

Jadual 1 - Nilai-nilai (kr) bagi mod-mod utama dalam pandu gelombang bulat
Table 1 - Values of (kr) for the principal modes in circular waveguides

TE				TM			
MODE	(kr)	MODE	(kr)	MODE	(kr)	MODE	(kr)
$TE_{0,1}$	3.83	$TE_{0,2}$	7.02	$TM_{0,1}$	2.40	$TM_{0,2}$	5.52
$TE_{1,1}$	1.84	$TE_{1,2}$	5.33	$TM_{1,1}$	3.83	$TM_{1,2}$	7.02
$TE_{2,1}$	3.05	$TE_{2,2}$	6.71	$TM_{2,1}$	5.14	$TM_{2,2}$	8.42

(40%)

...9/-

- (b) Jika satu pandu gelombang segiempat tepat dan bulat mempunyai panjang gelombang potong yang sama bagi mod dominan mereka, buktikan bahawa pandu gelombang segiempat tepat mempunyai saiz yang lebih kecil daripada pandu gelombang bulat.

If a rectangular waveguide and a circular waveguide have the same cutoff wavelength for their dominant mode, prove that the rectangular waveguide will have size smaller than the circular waveguide.

(40%)

- (c) Terangkan maksud "tatausunan pancar hujung" dan "tatausunan lebar sisi".

Explain the terms "end fire array" and "broadside array".

(20%)

6. (a) Satu dawai kuprum mengalirkan arus 1 amp. Tentukan arus anjakan dalam dawai tersebut pada frekuensi 100 MHz. Anggapkan bahawa kuprum mempunyai kebertelusan yang sama seperti ruang-bebas, iaitu $\epsilon = \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$. Keberaliran kuprum adalah $5.8 \times 10^7 \text{ Mho/m}$.

A copper wire carries a conduction current of 1 Amp. Determine the displacement current in the wire at 100 MHz. Assume that copper has the same permittivity as free space, that is $\epsilon = \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$. The conductivity of copper is $5.8 \times 10^7 \text{ Mho/m}$.

(30%)

...10/-

- (b) Pemalar perambatan bagi satu medium pengaliran diberikan oleh

The propagation constant for a conducting medium is given by

$$\gamma = \sqrt{j\omega\mu(\sigma + j\omega\epsilon)}$$

Buktikan bahawa bagi satu pengalir yang baik galangan intrinsik diberikan oleh yang berikut

Prove that for a good conductor the intrinsic impedance is given by

$$\eta = \sqrt{\frac{j\omega\mu}{\sigma}} = \sqrt{\frac{\omega\mu}{\sigma}} \angle 45^\circ \quad (30\%)$$

- (c) Pemalar perambatan kompleks diberikan oleh yang berikut

The complex propagation constant is expressed as

$$\gamma = j\omega\sqrt{\mu\epsilon_0}\sqrt{\mu_r\epsilon_r}$$

Bagi satu papak dengan ketebalan 200mm, diberikan $\epsilon_r = 2 - j2$ dan $\mu_r = 2 - j2$. Kirakan pelemahan oleh papak ke atas gelombang 600 MHz.

For a slab of 200mm thickness, it is given that $\epsilon_r = 2 - j2$ and $\mu_r = 2 - j2$. Find the attenuation by slab to a 600 MHz wave.

(40%)

- oooOooo -